

## 시설 가지에서 점박이응애의 경제적피해수준

임주락\* · 최선우 · 김주희 · 문형철 · 이기권 · 김대향 · 류 정 · 이상구<sup>1</sup> · 황창연<sup>1</sup>전라북도농업기술원, <sup>1</sup>전북대학교 농업생명과학대학Economic Injury Levels of *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae) Infesting Eggplant in GreenhouseJu-Rak Lim\*, Seon-U Choi, Ju-Hee Kim, Hyung-Cheol Moon, Ki-Kwon Lee, Dae-Hyang Kim, Jeong Ryu, Sang-Ku Lee<sup>1</sup> and Chang-Yeon Hwang<sup>1</sup>

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>1</sup>Faculty Biological Resources Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

**ABSTRACT :** Economic injury levels (EILs) and economic threshold (ET) were estimated for the two spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae) on greenhouse eggplants. *T. urticae* density increased until the mid-July and thereafter decreased in all plots where initial density of the mite were different each 0, 2, 5, 10 and 20 adults per plant was inoculated on June 7. Growth variables of were not different among experimental plots but fruit weights were lower in plots with higher initial mite density than in plots with lower initial mite density. Total number of fruits and the number of marketable fruits decreased in plots with higher initial mite density. The rates of yield loss increased with increasing initial mite density, resulting in 0, 3.9, 11.3, 14.5, 22.8% reduction in each of the above plots, respectively. The relationship between initial *T. urticae* densities and yield losses was well described by a linear regression,  $Y = 1.085X + 2.474$ ,  $R^2 = 0.9659$ . Based on the relationship, the number of adults per plant which can cause 5% loss of yield was estimated to be approximately 1.8.

**KEY WORDS :** Economic injury level, Economic thresholds, *Tetranychus urticae*, Eggplant

**초 록 :** 시설재배 가지에서 점박이응애 경제적 피해수준과 요방제수준을 추정하였다. 가지 생육초기 점박이응애 접종밀도(성충 0, 2, 5, 10, 20마리/주)에 따른 시기별 발생밀도는 무접종구를 제외하고 6월 7일 접종 이후 점점 증가하다가 7월 5일 이후 급격히 증가하여 7월 중순 발생 피크를 보이고, 이후 서서히 감소하는 경향이였다. 생육최성기 가지 접종수준별 지상부 생육은 처리 간에 큰 차이가 없었고, 과실생육은 과중이 무접종구에 비하여 접종밀도가 높을수록 가벼워지는 경향이였다. 총과수 및 상품과수와 상품과율 및 수량은 접종밀도가 높을수록 감소하는 경향이였고, 그에 따른 수량감소율은 무접종구에 비하여 각각 3.9, 11.3, 14.5, 22.8%로 접종밀도가 높을수록 증가하였다. 점박이응애 접종밀도(X)와 수량감소율(Y)과의 관계는  $Y = 1.085X + 2.474$  ( $R^2 = 0.9659$ )의 회귀식을 얻을 수 있었고, 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 관계식에 근거하여 GT값이 전체수량의 5%되는 수량감소율을 추정해 보았을 때 요방제수준은 주당 1.8마리로 추정되었다.

**검색어 :** 경제적 피해수준, 요방제수준, 점박이응애, 가지

\*Corresponding author. E-mail: jr1138@lycos.co.kr

가지(*Solanum melongena* L.)는 토마토, 고추, 감자, 담배 등과 같이 가지과(Solanaceae) 식물이며, 우리나라는 1970년대부터 시설재배가 늘어나면서 현재는 시설재배 면적이 307 ha, 노지가 582 ha이고, 단수는 10 a당 4,379 kg, 생산량은 총 38,941톤으로 최근들어 일본에 1,000톤 이상을 수출하여 \$2,000,000 정도의 외화를 벌어들이는 수출전략작목이기도 하다(The ministry of agriculture and forestry, 2005). 가지 시설재배에서 주요해충으로는 점박이응애, 담배거세미나방(*Prodenia litura* Fabricius), 아메리카잎굴파리(*Liriomyza trifolii* Burgess), 오이총채벌레(*Thrips palmi* Karny), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* Pergande) 등이 보고(Ahn *et al.*, 2004; Chung *et al.*, 2000)되었고, 피해가 늘고 있는 실정이다.

점박이응애는 과수 및 농작물에 많은 피해를 주며, 시설하우스와 같이 고온 건조한 환경에서 많은 발생을 보이는 해충으로 시설하우스 내 채소와 화훼작물에 큰 피해를 주고 있다. 점박이응애는 주로 잎 뒷면에 발생하여 흡즙기구인 한쌍의 구침을 이용, 잎의 큐티클과 표피세포를 뚫고 식물체 엽육조직에 침투시켜 세포의 내용물을 흡즙하기 때문에 피해를 받은 잎은 황색 내지 갈색반점과 백색반점이 생기게 되며, 심하면 잎이 시들고, 고사하여 낙엽이 된다(Hislop *et al.*, 1976; Mothes and Seitz, 1981). 또한 피해를 받은 잎은 표피세포가 구멍이 뚫려 파괴되고, 엽육 세포는 세포막만 남아 찌그러지는 등의 세포형태학적 피해 특징을 나타낸다(Sances *et al.*, 1979; Mothes and Seitz, 1981, 1982).

점박이응애는 광식성이며, 전 세계적으로 2차 세계대전 이후 DDT의 과다사용으로 새롭게 등장한 해충으로 가을이 되면 암컷은 먹이를 섭취하지 않고, 체색이 오렌지색이나 붉은색으로 바뀌어 월동형이 되는데, 이러한 월동형 암컷은 기주식물로부터 지면으로 집단적인 이동을 하여 나무껍질, 낙엽 등의 은신처에서 월동한다(Cagle, 1949). 또한 점박이응애는 암조건에서 15°C와 25°C의 변온조건에서 휴면이 일어나지 않기 때문에 시설재배 포장의 환경이 점박이응애의 휴면에 영향을 미치지 않아 제 때에 방제하지 않으면 겨울에도 밀도가 지속적으로 증가하기도 한다(Verman, 1997; Kim *et al.*, 2001). 따라서 가지는 8월 하순에 정식하여 이듬해 7월까지 재배하는 작형으로 점박이응애는 가지 재배에서 요방제 대상이 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 점박이응애(*Tertanychus urticae* Koch)를 대상으로 밀도에 따른 가지의 수량과 품질에 미치는 영향을 조사 분석하여, 요방제수준을 설정하고 농가의 가지 안정 생산에 일조하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험구 조성 및 점박이응애 접종

2006년 4월부터 9월까지 가지에서 점박이응애 요방제 수준 설정 시험을 위해 전북농업기술원 소재 시험포장에 폭 11 m, 길이 26 m의 비닐하우스를 설치하고, 120 cm 두둑 3개에 40 cm 간격으로 가지품종 축양 3~4엽기 유묘를 5월 2일 정식하였다. 가지재배는 농가에서 많이 사용하는 2줄기로 유인하여 재배하였다. 시험기간 중 6월 1일 경 진딧물 발생이 심하여 전문 등록농약인 치아메톡삼 입상수화제로 1회 방제하였다. 관수는 점적호스를 비닐 피복 전에 두둑당 2줄을 설치하여 충분한 수분이 유지될 수 있도록 3~5일간격으로 관수하였다.

점박이응애 접종수준은 접종전에 가지 4주가 들어갈 수 있도록 망사케이지(2×2×2 m, 120 mesh)를 설치하고, 성충 0마리/주를 대조구로 하고, 2마리, 5마리, 10마리, 20마리/주로 하여 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하고, 개화 전 꼬투리 발생기(6월 7일)에 접종하였다. 가지 생육기간 중 주요해충인 진딧물, 총채벌레, 아메리카잎굴파리, 온실가루이에 대하여는 천적인 콜레마나진디벌, 애꽃노린재, 굴파리좀벌, 온실가루이좀벌 등을 각각의 발생초기에 3회 방사하여 밀도를 억제하였으며, 흰가루병 등 병원균에 대하여는 전용약제를 살포하여 방제하였다. 또한 점박이응애 전용약제인 아바멕틴 유제를 살포하여 무접종구를 유지하였다.

### 초기 점박이응애 성충밀도와 피해관계

가지 생육초기 점박이응애 성충밀도에 따른 시기별 발생밀도 변화와 피해관계를 해석하기 위해 점박이응애 접종 후 꽃 주변 3엽을 대상으로 7일 간격으로 접종밀도에 따른 시기별 엽당 발생밀도를 조사하였고, 가지 생육최성기(7월 20일)에 초장, 엽장, 엽폭, 경경, 절수 등 지상부 생육과 과장, 과경, 과중 등 과실 생육을 조사하였다.

가지 생육기간중 3일 간격으로 수확을 하면서 매 수확 때마다 상품에 대한 과장, 과경, 과중, 총과수 및 상품과수를 조사하였고, 최종 수확 후(8월 3일) 총과수에 대한 상품과수를 비교하여 접종밀도별 상품과율을 환산하였으며, 불량과수를 제외한 주당 총과수, 평균 과중 및 재식주수를 이용하여 상품수량으로 환산하고, 무처리와 비교하여 수량감소율을 계산하였다.

## 요방제 수준 설정

점박이응애 접종밀도와 상품과율 및 수량감소율과의 회귀식에 의하여 경제적피해수준을 구하였으며, 요방제 수준은 경제적피해수준의 80%로 설정하였다.

## 자료분석

점박이응애 접종밀도에 따른 수량 및 수량구성요인은 SAS 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)하고, Duncan의 다중검정으로 평균간 유의차를 비교하였으며(SAS Institute, 1999), 점박이응애 접종밀도와 상품과율 및 수량감소율과의 관계는 Excel 프로그램에서 회귀분석법을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 초기 점박이응애 성충밀도와 피해관계

#### 가. 점박이응애 접종수준에 따른 시기별 엽당 발생밀도

접종수준에 따른 시기별 발생밀도를 조사한 결과 무접종구를 제외하고는 6월 7일 접종 이후 점점 증가하다가 7월 5일 이후 급격히 증가하여 7월 중순 발생 최성기를

보이고, 이후 서서히 감소하는 경향이였다. 접종수준별로는 접종밀도가 높을수록 발생밀도가 많아지는 경향이였다(Table 1). 점박이응애 발생소장은 캐나다 쾌백주 가지 포장에서 점박이응애의 밀도가 7월 들어 급격히 증가하였고, 8월 초순에 방제한 결과 8월 하순부터 다시 증가한다고 하여(Bostanian et al., 2003), 6월부터 8월 상순까지 조사한 본 실험에서와 같은 경향이였다.

#### 나. 점박이응애 접종수준에 따른 지상부 및 과일 생육

생육최성기 가지 지상부 및 과일 생육 조사결과 접종수준별 지상부 생육은 초장, 엽폭, 경경, 절수에서는 처리간에 큰 차이가 없었으나, 엽장에서 무접종구 35.2 cm에 비하여 각각 34.4, 33.7, 32.1, 32.8 cm로 접종밀도가 높을수록 작아지는 경향이였다. 과일에서는 과장과 과경에서는 차이가 없었으나, 과중은 무접종구 124.7 g에 비하여 각각 122.4, 119.1, 107.6, 103.6 g으로 접종밀도가 높을수록 작아지는 경향을 보였다(Table 2).

엽장과 과중을 제외한 지상부 및 과일의 생육 차이가 뚜렷하게 나타나 보이지 않는 이유는 더욱 자세한 검토가 필요할 것으로 생각하나, 딸기에서 점박이응애가 딸기잎의 엽록소를 흡수하므로 해면조직이 파괴되고 심하면 율타리조직까지 피해를 주고, 61%까지 공변세포가 닫혀 광합성, 증산작용 등에 응애 밀도가 깊은 관계가 있다(Sances, 1979, 1982)고 한 보고와 오이에서 점박이응애

**Table 1.** Seasonal density of *T. urticae* according to the initial inoculation density of *T. urticae* in greenhouse eggplant

Inoculation density (No. of adults/plant)	Seasonal density of <i>T. urticae</i> (No. of adults/leaf)						
	14-Jun	21-Jun	28-Jun	5-Jul	12-Jul	26-Jul	3-Aug
0	0	0	0	0	3.8	6.2	4.0
2	0.8	3.1	6.1	22.0	74.6	72.9	49.2
5	1.5	12.7	18.6	65.6	658.8	213.5	121.3
10	6.3	14.9	48.0	130.4	1,183.3	556.2	375.1
20	12.3	29.4	70.4	132.7	1,502.3	932.4	590.0

**Table 2.** Variables related with the growth of eggplants according to the initial inoculation density of *T. urticae* in greenhouse eggplant

Inoculation density (No. of adults/plant)	Plant length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	No. of node/hill (ea)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit weight (g)
0	149.4 a <sup>†</sup>	35.2 a	21.5 a	16.7 a	9.5 a	14.0 a	4.7 a	124.7 a
2	151.0 a	34.4 ab	20.3 a	16.5 a	9.4 a	13.6 a	4.6 a	122.4 a
5	149.4 a	33.7 ab	21.4 a	16.5 a	9.2 a	13.7 a	4.6 a	119.1 ab
10	148.9 a	32.1 b	20.2 a	15.4 a	8.9 a	13.5 a	4.5 a	107.6 bc
20	147.4 a	32.8 b	20.2 a	15.8 a	9.1 a	13.1 a	4.5 a	103.6 c

*T. urticae* adults were inoculated on June 7, and then the growth of eggplants were examined on July 20, 2006.

<sup>†</sup> means followed by the same letters in a column are not significantly different by at DMRT test at 5%.

에 의하여 총엽록소와 광합성률이 35~95%까지 감소하고, 잎, 줄기, 과일생산에 심각한 감소원인이라고(Park, 1997) 한 보고와 같이 점박이응애 밀도가 높아지면서 가지의 엽장과 과중에 큰 영향을 미쳤던 것으로 판단된다.

**다. 점박이응애 접종수준에 따른 상품과율 및 수량감소를**

매 수확 때마다 상품과일에 대하여 조사한 과장, 과경의 평균치는 처리간에 차이가 없었고, 과중 평균치는 생육최성기의 생육과 마찬가지로 접종밀도가 높아질수록 작아지는 경향이였으며, 총과수 및 상품과수 역시 접종밀도가 높아질수록 감소하는 경향이였고, 그에 따른 상품과율 및 수량 역시 감소하였으며, 유의성이 인정되었다. 또한 무접종구를 기준으로 한 수량감소율은 무접종구에 비하여 각각 3.9, 11.3, 14.5, 22.8%로 접종밀도가 높아질수록 증가하는 경향이였다(Table 3).

과장, 과경의 평균치가 차이가 없었던 이유는 상품성이 있는 과일에 대해서만 조사를 하였기 때문으로 생각하며, 실제로 상품과를 제외한 불량과의 경우 곡과, 석과 등과 같이 기형으로 형성되는 것이 많은데, 이는 해충에 의한 영향보다는 기상, 환경 등 물리적, 화학적 요인에 의한

영향이 큰 것으로 판단되어 조사에서 제외되었으며, 과중에서 차이가 있었던 이유는 밀도가 급격히 증가한 7월 상순이후 접종밀도가 높을수록 상품과수가 크게 감소하여 조사샘플 수의 차이에 따른 원인으로 해석된다(Table 4).

Hussey and Parr (1963)은 온실에서 오이 총 엽면적의 30%가 피해를 받더라도 수량에는 영향이 없었다고 하였고, Bailey *et al.* (1975)은 복숭아나무에서 후기에 점박이응애 밀도가 엽당 40~50마리가 되더라도 수량에는 관계가 없었으나 그보다 많을 경우 크게 영향을 주었다고 보고하였으며, Lee *et al.* (1988)는 온실내 점박이응애 접종수준별 밀도변동과 강낭콩의 엽 피해 및 수량을 검토한 결과 접종밀도가 증가할수록 총엽수는 감소하였고, 피해엽수는 급격히 증가하였으며, 피해후 3~5일이 지나면 대부분 낙엽이 되었고, 개화수와 협수는 20마리 이상 접종구에서 감소하였고, 5마리 접종구에서는 수량의 감소가 없었으나 20마리 이상 접종구에서는 수량, 평균립중, 임실협수 및 건전립률의 감소가 있었다고 보고하였다.

본 시험에서는 과중에서 주당 5마리 이상 접종구에서 유의성이 인정되었고, 수량에서도 역시 5마리 전후에서 유의성이 인정되어 위의 결과보다 적게 접종한 구에서도

**Table 3.** Variables related with the fruit yield of eggplants according to the initial inoculation density of *T. urticae* in greenhouse eggplant

Innoculation density (No. of adults/plant)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit weight (g)	Total No. of fruit (ea/4plant)	No. of marketable fruit (ea/4plant)	Rate of marketable fruit (%)	Yield of commodity (g/4plant)	Rate of yield loss (%)
0	15.4 a <sup>†</sup>	4.6 a	125 a	46	29	63.0	3,009 a	0
2	15.7 a	4.7 a	122 ab	45	29	64.4	2,891 ab	3.9
5	15.0 a	4.6 a	122 ab	40	24	60.0	2,669 abc	11.3
10	14.8 a	4.4 a	120 b	41	24	58.5	2,572 bc	14.5
20	15.5 a	4.4 a	116 c	39	22	56.4	2,324 c	22.8

*T. urticae* adults were inoculated on June 7, and the experiment was finished on August 3, 2006; the values for each variable are pooled average during the experimental period.

<sup>†</sup> means followed by the same letters in a column are not significantly different by at DMRT test at 5%.

**Table 4.** Seasonal changes of No. of marketable fruit on *T. urticae* density in greenhouse eggplants

Innoculation density (No. of adults/plant)	No. of marketable fruit (ea/4plant)						
	june			july			August
	early	mid	late	early	mid	late	early
0	0.7	3.7	4.4	7.0	7.6	3.3	2.3
2	1.0	4.0	5.3	6.7	6.7	3.3	2.0
5	1.0	3.3	4.6	6.0	5.0	2.6	1.3
10	1.3	2.7	4.7	5.7	6.7	1.7	1.0
20	1.3	3.7	5.0	5.3	5.0	1.7	0.3

과중과 수량에 영향을 미치는 것으로 조사되었는데, 이는 점박이응애가 온실이 아닌 비닐하우스 내에서 Table 1에서와 같이 7월 상순 이후 급격히 증가하면서 Table 4에서처럼 상품과수가 7월 중순이후 크게 감소한 영향 때문인 것으로 생각된다.

## 요방제 수준 설정

### 가. 점박이응애 접종밀도와 상품과율 및 수량감소율과의 관계

점박이응애 접종밀도와 상품과율과의 관계를 회귀식을 이용하여 분석한 결과  $Y = -0.390X + 63.504$  ( $R^2 = 0.8871$ )의 관계식을 얻을 수 있었고, 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며(Fig. 1), 수량감소율과의 관계를 회귀식을 이용하여 분석한 결과는  $Y = 1.085X + 2.474$  ( $R^2 = 0.9659$ )의 관계식을 얻을 수 있었고, 역시 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Fig. 2).

즉, 발생초기 점박이응애 발생밀도가 높을수록 또는 점박이응애 발생시기가 빠를수록 상품과율은 떨어지고, 그

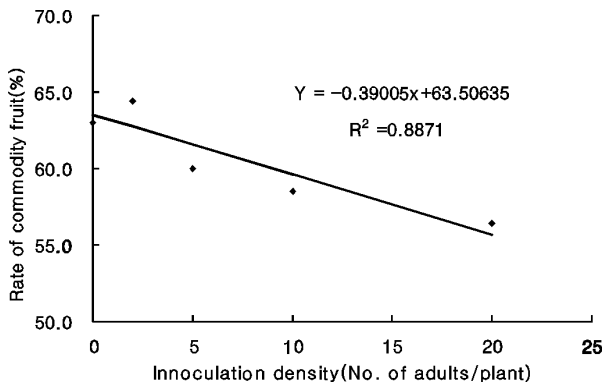


Fig. 1. Relationship between initial inoculation density of *T. urticae* and marketable fruit rate in greenhouse eggplants.

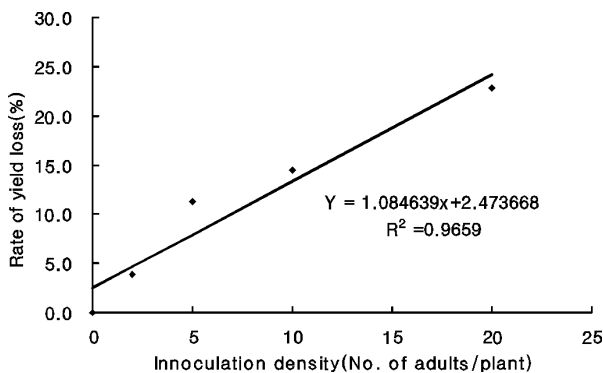


Fig. 2. Relationship between initial inoculation density of *T. urticae* and rate of yield loss in greenhouse eggplants.

에 따라 수량이 감소한다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

### 나. 경제적피해수준 산정 및 요방제수준 설정

해충방제 여부는 생산물의 시장가격과 방제비용을 고려한 경제성이 판단의 기준이 되는데, 경제성을 결정하는 것은 GT (Grain Threshold, 면적당 방제비용과 같은 수량)가 매우 중요한 기준이 된다. 따라서 GT값에 따라 경제적 피해허용수준은 크게 달라지게 되는데 외국의 일부사례를 보면 일반작물의 경우 GT값이 수량대비 1.0~3.7%로 전체 수량에서 차지하는 비율이 매우 낮게 나타난다(Maltais et al., 1982; Stone and Pedigo, 1972) 그러나 이러한 낮은 비율은 동일 처리포장간에도 수량변이가 3~5%까지 발생할 수 있다는 점을 고려하여 일본의 경우도 요방제수준 설정시 실용적인 면에서 GT를 전체수량의 3.5~5%범위에서 설정한 예가 많이 보고되어 있다(Kiritani, 1980) 따라서 본 실험에서도 Fig. 2의 점박이응애 접종밀도별 수량감소율과의 관계식  $Y = 1.085X + 2.474$  ( $R^2 = 0.9659$ )에 근거하여 GT값이 전체수량의 5%되는 수량감소율(Y)을 추정해 보았을 때 경제적피해허용수준(X)은 주당 2.3마리로 나타났으며, 요방제수준은 주당 1.8마리였다.

그러나 이는 초기 접종수준에서의 결과로 가치를 정식할 때 점박이응애로 오염이 되었거나 의심이 되면 방제를 할 수 밖에 없는 상황이 되기 때문에 현실적인 관점에서는 도입하기가 어려운 부분으로 판단된다. 따라서 Table 1과 4의 결과로 보면 점박이응애 밀도가 급격히 증가하기 전인 6월 28일경이 적절한 요방제 시기로 판단되며, 이 시기에 5마리/주 접종구의 밀도는 엽당 6.1마리 수준으로 현실적인 요방제 수준이 될 것으로 판단되고, 정식직후 방제를 한 후 6월 하순경에 다시 방제를 한다면 손쉽게 점박이응애를 방제할 수 있을 것으로 생각된다.

## Literature Cited

- Ahn, K.S., S.Y. Lee, K.Y. Lee, Y.S. Lee and G.H. Kim. 2004. Selective Toxicity of pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and control effects of the two spider mite, *Tetranychus urticae* by predatory mite and pesticide mixture on rose, Korean J. Appl. Entomol. 43: 71-79
- Bailay, J.C. and R.E. Furr. 1975. Reaction of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of *Lotus creticus* Plants. Scientia Horticulturae 101: 333-342.
- Bostanian, N.J., M. Trudeau, and J. Lasnier. 2003. Management of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae) in eggplant fields. Phytoprotection 84: 1-8.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 2000. Chemical control

- system of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera; Thripidae) in greenhouses eggplant. J. Asia-Pacific Entomol. 3(1): 1-9.
- Cagle, L.R. 1949. Life history of the two-spotted mite. Virginia Agr. Exp. Stat. Tech. Bull. 113: 1-31
- Hislop, R.G. and L.R. Jeppson. 1976. Morphology of the mouthparts of several species of phytophagous mites. Ann. Ent. Soc. Am. 69: 1125-1135
- Hussey, N.W. and W.J. Parr. 1963. The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. J. Hort. Sci. 38: 255-263.
- Kim, J.S., C.L. Jung, and J.H. Lee. 2001. Parameter estimation for temperature-dependent development model of *Tetranychus urticae* Koch immature development. J. Asia-Pacific Entomol. 4(2): 123-129
- Kiritani, K. 1980. Integrated insect pest management for rice in Japan. In Proc. international symposium on problems of insect pest management in developing countries. Tropical Agriculture Research Center, Kyoto, Japan. pp. 13-22.
- Lee, S.W., K.C. Shin, M.H. Lee, and J.S. Hyun. 1988. The effects of infection on level of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, on injury and contents of chlorophyll and inorganic substances in apple leaves. Res. Rept. RDA (C.). 30(1): 58-64.
- Maltais, P.M., Nuckle, J.R. and P.V. Leblanc. 1998. Economic threshold for three lepidopterous larval pests of fresh-market cabbage in southeastern New Brunswick. J. Econ. Entomol. 91: 699-707.
- Mothes, U. and K.A. Seitz. 1981. Functional microscopic anatomy of the digestive system of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). Acarologia 22: 257-269.
- Mothes, U. and K.A. Seitz. 1982. Fine structural alterations of bean plant leaves by feeding injury of *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae). Acarologia 23: 149-157.
- Park, Y. L. 1997. Assessment of damage caused by two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch feeding on cucumber, *Cucumis sativus* L. in the glasshouse. M. S. Thesis. Seoul National University, Seoul, Korea. pp. 22-26.
- Sances, F.V., J.A. Wyman, and I.P. Ting. 1979. Morphological responses of strawberry leaves to infestations of two-spotted spider mite. J. Econ. Entomol. 72: 710-713.
- Sances, F.V., N.C. Toscano, E.R. Oatman, I.F. Lapre, M.W. Jahson, and V. Woth. 1982. Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae). feeding on strawberry. Environ. Entomol. 11: 733-737.
- SAS Institute. 1999. SAA version 8.1, SAS Institute, Cary, N.C.
- Stone and Pedigo. 1972. Development and economic injury level of the green cloverworm on soybean in Iowa. J. Econ. Entomol. 65: 197-201.
- The ministry of agriculture and forestry. 2006. 2005 An actual output of vegetables. 165pp.
- Verman, A. 1997. Aspects of the induction of diapause in a laboratory strain of the *Tetranychus urticae*. J. Insect Physiol. 23:703-711.

(Received for publication June 22 2008;  
revised June 23 2008; accepted September 29 2008)